

ANALISIS STABILITAS LERENG DAN DINDING PENAHAN TANAH KANTILEVER BERBASIS BACK ANALYSIS GEO5 JALAN SURYANATA SAMARINDA

Rima Ramadhani¹, Muhammad Ridwan², Raudah Ahmad³
Politeknik Negeri Samarinda^{1,2,3}
rima2121m@gmail.com¹

Abstract: This study aimed to evaluate the safety factors of the existing slope and a proposed cantilever retaining wall by comparing manual calculations using the Fellenius and Coulomb methods with GEO5 analysis. Secondary data included Standard Penetration Test (SPT) results and laboratory soil test data from two boreholes. The analysis comprised slope stability assessment, back analysis to calibrate soil parameters, lateral earth pressure estimation, and retaining wall stability evaluation against overturning, sliding, and bearing capacity failure. Manual calculations produced slope safety factors of 1.53–2.26, whereas back analysis using GEO5 reduced the values to 0.91–1.23, indicating unstable conditions. The proposed cantilever retaining wall satisfied all stability requirements, with overturning safety factors of 10.70 and 7.12, sliding safety factors of 2.87 and 2.26, and bearing capacity safety factors of 3.12–3.30 and 3.21 from manual and GEO5 analyses, respectively. The proposed retaining wall is structurally safe, and GEO5 provides more conservative safety factor estimates than manual calculations.

Keywords: Fellenius, GEO5, Retaining Wall, Slope Stability

Abstrak: Penelitian ini bertujuan menentukan faktor keamanan lereng dan dinding penahan tanah (DPT) tipe kantilever dengan membandingkan perhitungan manual menggunakan metode Fellenius dan Coulomb terhadap analisis perangkat lunak GEO5. Penelitian menggunakan data sekunder berupa hasil *Standard Penetration Test* (SPT) dan uji laboratorium tanah dari dua titik bor. Analisis meliputi perhitungan stabilitas lereng, *back analysis* untuk mengkalibrasi parameter tanah, perhitungan tekanan tanah lateral, serta evaluasi stabilitas DPT terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah hingga diperoleh dimensi dan kebutuhan tulangan. Hasil menunjukkan faktor keamanan lereng awal sebesar 1,53–2,26 secara manual, kemudian menurun menjadi 0,91–1,23 setelah *back analysis* menggunakan GEO5 sehingga mengonfirmasi lereng tidak stabil. DPT yang direncanakan memenuhi persyaratan keamanan dengan faktor keamanan guling 10,70 dan 7,12, geser 2,87 dan 2,26, serta daya dukung tanah 3,12–3,30 dan 3,21 (manual dan GEO5). Penelitian ini menyimpulkan bahwa DPT kantilever berada dalam kondisi aman, sedangkan GEO5 menghasilkan analisis yang lebih konservatif dibandingkan perhitungan manual.

Kata Kunci: Dinding Penahan Tanah, Fellenius, GEO5, Stabilitas Lereng

PENDAHULUAN

Dinding penahan tanah merupakan struktur geoteknik yang berfungsi menjaga kestabilan lereng dan menahan pergerakan massa tanah sehingga dapat melindungi infrastruktur di sekitarnya. Pada wilayah dengan topografi curam dan curah hujan tinggi, potensi ketidakstabilan lereng meningkat sehingga diperlukan analisis yang tepat untuk menghasilkan desain dinding penahan tanah yang aman dan efisien (Hardiyatmo, 2014; SNI 8460). Permasalahan tersebut terjadi pada ruas

Jalan Suryanata STA 8+050, Kota Samarinda, yang mengalami kelongsoran sepanjang ± 35 m pada lereng dengan kemiringan lebih dari 60° , sehingga diperlukan upaya perkuatan untuk menjamin stabilitas lereng dan keselamatan pengguna jalan.

Penelitian mengenai stabilitas lereng dan dinding penahan tanah telah banyak dilakukan dengan berbagai pendekatan. Suhudi & Ehok (2020) mengevaluasi stabilitas dinding penahan tanah tipe kantilever menggunakan metode Rankine

dan menyatakan bahwa dimensi dinding hasil perencanaan memenuhi persyaratan stabilitas. Yanti (2023) merencanakan dinding penahan tanah tipe kantilever menggunakan metode Rankine sebagai perhitungan manual dan GEO5 sebagai pembanding, sekaligus merencanakan kebutuhan tulangan beton. Selanjutnya, Ramadhan et al. (2025) membandingkan hasil perhitungan empiris dengan analisis menggunakan GEO5 pada perkuatan dinding penahan tanah. Ketiga penelitian tersebut umumnya menggunakan parameter hasil pengujian laboratorium sebagai dasar analisis dan belum menerapkan proses *back analysis* untuk mengkalibrasi parameter tanah terhadap kondisi kelongsoran aktual, sehingga hasil perhitungan berpotensi belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi lapangan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menawarkan pendekatan yang mengintegrasikan proses *back analysis* menggunakan GEO5 untuk mengkalibrasi parameter tanah berdasarkan kondisi lereng aktual sebelum digunakan dalam analisis stabilitas lereng dengan metode Fellenius dan perhitungan tekanan tanah lateral menggunakan metode Coulomb. Integrasi tersebut menghasilkan parameter tanah yang lebih representatif terhadap kondisi lapangan sehingga diharapkan dapat meningkatkan keandalan perencanaan dinding penahan tanah tipe kantilever pada lereng yang telah mengalami kelongsoran.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menentukan faktor keamanan lereng berdasarkan perhitungan manual metode Fellenius dan membandingkannya dengan hasil analisis GEO5; (2) menentukan faktor keamanan dinding penahan tanah berdasarkan perhitungan manual metode Coulomb; (3) menentukan faktor keamanan dinding penahan tanah berdasarkan analisis GEO5; dan (4) menentukan kebutuhan penulangan

dinding penahan tanah berdasarkan gaya-gaya yang bekerja pada struktur.

TINJAUAN LITERATUR

Teori Stabilitas Lereng (Slope Stability)

Stabilitas lereng merupakan kondisi keseimbangan antara gaya penahan (resisting forces) dengan gaya penggerak (driving forces) pada suatu massa tanah. Lereng dinyatakan stabil apabila nilai Factor of Safety (FS) lebih besar daripada nilai minimum yang dipersyaratkan. Pada kondisi keseimbangan batas (limit equilibrium), kegagalan terjadi ketika gaya penggerak sama dengan gaya penahan.

Secara matematis,

$$FS = \frac{\sum \text{Gaya Penggerak}}{\sum \text{Gaya Penahan}}$$

Semakin besar nilai FS maka semakin aman kondisi lereng. Dalam praktik geoteknik Indonesia, nilai FS minimum mengacu pada SNI 8460:2017, yaitu sekitar 1,25–1,50 tergantung kondisi pembebanan. Metode yang umum digunakan dalam analisis stabilitas lereng adalah; Bishop Simplified, Fellenius (Ordinary Method), Janbu, Spencer. Morgenstern-Price.

Program GEO5 Slope Stability mengimplementasikan berbagai metode limit equilibrium tersebut sehingga mampu menganalisis bidang longsor berbentuk melingkar maupun non-melingkar.

Teori Longsoran Lereng

Longsor merupakan perpindahan massa tanah akibat menurunnya keseimbangan lereng. Penyebab utama longsor meliputi: penurunan kuat geser tanah, peningkatan tekanan air pori, curah hujan tinggi, perubahan geometri lereng, beban lalu lintas, aktivitas konstruksi. Hubungan antara tegangan geser dan kuat geser mengikuti kriteria Mohr–Coulomb,

$\tau = c + \sigma' \tan \phi$
 dimana:
 τ = kuat geser
 c = kohesi
 σ' = tegangan efektif
 ϕ = sudut geser dalam

Parameter tersebut menjadi input utama dalam analisis GEO5.

Teori Dinding Penahan Tanah Kantilever

Dinding penahan tanah kantilever merupakan struktur beton bertulang yang bekerja sebagai kantilever untuk menahan tekanan tanah lateral. Komponen utama terdiri atas: stem, heel, toe, base slab. Prinsip kerja dinding adalah mengubah tekanan horizontal tanah menjadi gaya vertikal yang kemudian diteruskan ke pondasi.

Analisis stabilitas meliputi; stabilitas guling (overturning), stabilitas geser (sliding), daya dukung tanah (bearing capacity), stabilitas global (global stability). Program GEO5 Cantilever Wall menyediakan pemeriksaan seluruh aspek tersebut berdasarkan pendekatan limit state maupun faktor keamanan klasik.

Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral merupakan gaya horizontal yang bekerja pada dinding penahan tanah. Secara umum digunakan teori Rankine yang Mengasumsikan; dinding vertikal; permukaan tanah datar; tidak ada gesekan dinding. Koefisien Sedangkan teori Coulomb mempertimbangkan gesekan antara tanah dan dinding sehingga lebih sesuai untuk kondisi lapangan yang kompleks.

Teori Faktor Keamanan (*Factor of Safety*)

Faktor keamanan merupakan indikator utama dalam evaluasi stabilitas. Pada

dinding penahan tanah dilakukan pemeriksaan:

a. Stabilitas Geser

FS=

Σ Gaya Geser

Σ Gaya Penahan

b. Stabilitas Guling

FS=

Σ Momen Pengguling

Σ Momen Penahan

Daya Dukung Tanah

Diperiksa agar tekanan kontak pondasi tidak melebihi daya dukung ultimit tanah. Selain itu dilakukan evaluasi eksentrisitas sehingga resultan beban tetap berada pada sepertiga tengah pondasi.

Back Analysis Geoteknik

Back analysis merupakan metode untuk memperoleh parameter tanah yang paling merepresentasikan kondisi lapangan melalui proses kalibrasi antara hasil perhitungan numerik dan kondisi aktual. Pada penelitian longsor, back analysis dilakukan dengan; 1) Mengumpulkan data investigasi tanah; 2) Membuat model awal pada GEO5; 3) Memasukkan parameter laboratorium; 4) Membandingkan hasil FS dengan kondisi longsor aktual; 5) Mengubah parameter tanah (kohesi, sudut geser dalam, berat isi) secara iteratif hingga model mampu merepresentasikan kondisi lapangan.

Metode ini menghasilkan parameter geoteknik yang lebih realistis dibandingkan hanya menggunakan hasil pengujian laboratorium, karena mempertimbangkan kondisi aktual di lapangan. Back analysis banyak digunakan pada evaluasi kegagalan lereng, desain remediasi, dan optimasi struktur penahan tanah.

GEO5 sebagai Perangkat Analisis Geoteknik

GEO5 merupakan perangkat lunak geoteknik berbasis metode limit

equilibrium dan analisis numerik yang digunakan untuk; 1) analisis stabilitas lereng; 2) analisis dinding penahan tanah; 3) analisis pondasi; 4) analisis perkuatan tanah; 5) analisis tekanan tanah; 5) analisis penurunan.

Pada penelitian ini GEO5 digunakan untuk; memodelkan kondisi eksisting lereng Jalan Suryanata, melakukan back analysis, menentukan parameter tanah representatif, mengevaluasi kebutuhan dinding penahan tanah, menganalisis stabilitas setelah perkuatan.

Program ini mendukung metode Bishop, Janbu, Spencer, Morgenstern-Price, Fellenius, dan metode lainnya sehingga banyak digunakan dalam penelitian maupun praktik geoteknik.

Hubungan Antarvariabel Penelitian

Konsep teoritis penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut: Data investigasi tanah → Back Analysis GEO5 → Parameter tanah hasil kalibrasi (γ , c , ϕ) → Analisis stabilitas lereng → Perancangan dinding penahan tanah kantilever → Evaluasi stabilitas (geser, guling, daya dukung, stabilitas global) → Rekomendasi desain perkuatan pada Jalan Suryanata Samarinda.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi kasus pada proyek perencanaan dinding penahan tanah di ruas Jalan Suryanata STA 8+050, Kecamatan Tenggara Seberang, Kota Samarinda. Data yang digunakan merupakan data sekunder, yaitu data topografi dari CV. Rima Cipta Consultant (2025) serta data hasil Standard Penetration Test (SPT) dan uji laboratorium tanah dari dua titik bor yang diperoleh dari PT. Bumi Indonesia (2025). Analisis stabilitas lereng dilakukan dengan metode irisan Fellenius secara manual dan diverifikasi menggunakan perangkat lunak GEO5 melalui pendekatan back analysis untuk memperoleh parameter tanah yang

merepresentasikan kondisi kelongsoran aktual. Parameter tanah hasil back analysis selanjutnya digunakan untuk menghitung tekanan tanah lateral dengan metode Coulomb, meliputi beban titik, beban terbagi rata, beban garis, dan beban terbagi merata memanjang. Hasil tekanan tanah tersebut dipakai untuk mengontrol stabilitas dinding penahan tanah tipe kantilever terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah berdasarkan data laboratorium maupun data SPT, dengan hasil manual dibandingkan terhadap hasil analisis GEO5. Tahap akhir penelitian adalah perencanaan penulangan dinding vertikal dan pelat fondasi berdasarkan gaya geser dan momen lentur yang bekerja pada struktur, mengacu pada SNI 2847:2019.

HASIL PENELITIAN

Analisis stabilitas lereng Analisis stabilitas lereng pada kondisi awal (kering) menggunakan metode irisan Fellenius secara manual menghasilkan nilai faktor keamanan berkisar 1,526 hingga 2,257 untuk empat percobaan jari-jari bidang longsor yang berbeda, dengan nilai terendah 1,526 pada percobaan kedua. Perhitungan yang sama pada kondisi tanah jenuh akibat air hujan menghasilkan faktor keamanan sedikit lebih rendah, yaitu 1,485 hingga 2,175. Kedua kondisi tersebut masih memenuhi syarat aman ($SF > 1,5$). Analisis awal menggunakan perangkat lunak GEO5 dengan parameter tanah hasil uji laboratorium juga menghasilkan nilai faktor keamanan yang tinggi, yaitu 3,4, sehingga secara perhitungan lereng dinyatakan aman. Namun, hasil tersebut bertentangan dengan kondisi aktual di lapangan yang telah mengalami kelongsoran sepanjang ± 35 meter, sehingga mengindikasikan bahwa parameter tanah hasil uji laboratorium awal belum merepresentasikan kondisi tanah yang sesungguhnya.

Berdasarkan kondisi tersebut, dilakukan proses *back analysis*

menggunakan GEO5 untuk mengkalibrasi parameter tanah agar sesuai dengan kelongsoran yang telah terjadi. Hasil *back analysis* menggunakan GEO5 untuk empat percobaan jari-jari bidang longsor yang sama menghasilkan nilai faktor keamanan berkisar 0,91 hingga 1,23, dengan nilai terendah 0,91 pada percobaan kedua, yang berada di bawah syarat minimum sehingga mengonfirmasi bahwa lereng sesungguhnya dalam kondisi tidak stabil. Parameter tanah hasil kalibrasi yang diperoleh yaitu berat isi tanah $17,22 \text{ kN/m}^3$, sudut geser dalam $8,0^\circ$, kohesi 6 kPa, dan sudut geser dinding $5,3^\circ$. Parameter tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar perencanaan dinding penahan tanah (DPT). Rekapitulasi nilai faktor keamanan stabilitas lereng ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1.

Rekapitulasi Faktor Keamanan Stabilitas Lereng

No	Analisis	SF Terendah	Syarat Minimum	Keterangan
1	Fellenius, Kering	1,526	1,5	Aman
2	Fellenius, Jenuh	1,485	1,5	Tidak Aman
3	GEO5 awal	3,400	1,5	Aman
4	GEO5, <i>back analysis</i>	0,910	1,5	Tidak Aman

Sumber: hasil olahan data penelitian (2026)

Berdasarkan parameter tanah hasil *back analysis*, dilakukan perhitungan tekanan tanah lateral metode Coulomb pada DPT tipe kantilever setinggi 6,0 meter. Tekanan tanah aktif horizontal diperoleh sebesar 80,462 kN dengan momen guling 160,925 kN.m, sedangkan tekanan tanah pasif horizontal diperoleh sebesar 148,707 kN. Dimensi akhir DPT diperoleh melalui proses *trial and error*, karena percobaan dimensi awal belum memenuhi syarat stabilitas terhadap geser dan daya dukung tanah menggunakan GEO5, sehingga dilakukan penyesuaian dimensi hingga seluruh kontrol stabilitas

terpenuhi. Hasil kontrol stabilitas DPT terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah, secara manual dan menggunakan GEO5, ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2.

Rekapitulasi Faktor Keamanan Dinding Penahan Tanah

No	Kontrol Stabilitas	Manual (Coulomb)	GEO5	Syarat Minimum
1	Guling	10,70	7,12	1,5
2	Geser	2,87	2,26	1,5
3	Daya dukung (laboratorium)	3,12	3,21	3,0
4	Daya dukung (SPT)	3,30	–	3,0

Sumber: hasil olahan data penelitian (2026)

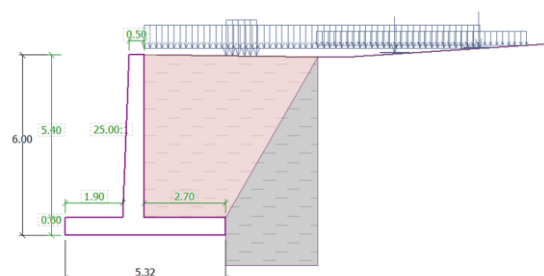
Seluruh nilai faktor keamanan pada Tabel 2 melampaui syarat minimum yang disyaratkan, dengan hasil GEO5 secara konsisten lebih rendah dibandingkan hasil perhitungan manual pada setiap parameter kontrol. Berdasarkan gaya geser dan momen lentur yang bekerja, selanjutnya direncanakan kebutuhan tulangan pada dinding vertikal, pelat *toe*, dan pelat *heel* sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3.

Kebutuhan Penulangan Dinding Penahan Tanah

No	Elemen Struktur	Tulangan Utama	Tulangan Bagi
1	Dinding Vertikal	D19–110	D16–450
2	Pelat <i>Toe</i>	D19–140	D16–250
3	Pelat <i>Heel</i>	D19–200	D16–300

Sumber: hasil olahan data penelitian (2026)

**Gambar 1.**

Dimensi Akhir Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever

Dimensi akhir dinding penahan tanah tipe kantilever hasil perencanaan, yang telah memenuhi seluruh kontrol stabilitas terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah disajikan pada Gambar 1 diatas.

Dinding penahan tanah dirancang dengan tinggi total 6,00 m, terdiri atas dinding vertikal (*stem*) setinggi 5,40 m dengan tebal atas 0,50 m, serta pelat fondasi (*footing*) setebal 0,60 m dan lebar total 5,32 m. Pelat fondasi terbagi menjadi pelat *toe* selebar 1,90 m di depan dinding dan pelat *heel* selebar 2,70 m di belakang dinding yang menopang beban tanah timbunan. Konfigurasi dimensi ini merupakan hasil akhir dari proses *trial and error*. Pada desain awal, kontrol stabilitas terhadap geser belum memenuhi syarat karena kondisi eksisting di lapangan tidak memiliki tanah pasif di depan dinding, sehingga pada perencanaan akhir ditambahkan tekanan tanah pasif setinggi 1,8 m di depan dinding penahan tanah, yang menjadi kunci pemenuhan syarat stabilitas terhadap geser tanpa mengubah dimensi dinding.

PEMBAHASAN

Perbedaan signifikan antara faktor keamanan lereng kondisi normal (1,526–2,257) dan hasil *back analysis* (0,91) menunjukkan bahwa parameter tanah laboratorium awal belum merepresentasikan kondisi lapangan sesungguhnya, sejalan dengan Suhudi & Ehok (2020) yang menekankan pentingnya verifikasi parameter tanah pada lereng berriwayat kelongsoran. Pola serupa muncul pada dinding penahan tanah, di mana faktor keamanan GEO5 konsisten lebih rendah dibandingkan hasil manual (guling 7,12 vs 10,70; geser 2,26 vs 2,87; daya dukung 3,21 vs 3,12), sejalan dengan Ramadhan et al.. (2025), sehingga kedua pendekatan perlu digunakan bersamaan sebagai mitigasi risiko.

Dibandingkan Yanti (2023) yang menggunakan metode Rankine pada DPT

kantilever ruas Jalan BIL-Mandalika, metode Coulomb pada penelitian ini turut menghasilkan faktor keamanan guling dan geser yang tinggi karena sudut gesek dinding-tanah diperhitungkan secara eksplisit. Selisih nilai antar metode umumnya disebabkan perbedaan asumsi kekasaran dinding, dengan metode Coulomb yang mengakomodasi gesekan dinding-tanah menghasilkan tekanan tanah aktif lebih kecil sehingga faktor keamanan struktur lebih besar. Metode ini relevan untuk DPT dengan geometri dinding tidak sepenuhnya vertikal, sebagaimana objek penelitian, karena mampu mengakomodasi kemiringan dinding yang tidak dapat diperhitungkan langsung oleh metode Rankine.

Meskipun demikian, pendekatan ini memiliki keterbatasan. *Back analysis* dilakukan berdasarkan satu kondisi kelongsoran teramati, sehingga parameter hasil kalibrasi merepresentasikan satu skenario keruntuhan dan belum tentu berlaku pada kondisi hidrologi lain, seperti muka air tanah lebih tinggi atau hujan lebih ekstrem. Kontrol geser juga bergantung pada tekanan tanah pasif setinggi 1,8 m di depan dinding, sehingga apabila tanah tersebut tererosi, faktor keamanan geser berpotensi turun mendekati batas minimum. Perencanaan DPT pada lereng berriwayat kelongsoran perlu mempertimbangkan *back analysis* sekaligus pemeliharaan pascakonstruksi, sejalan dengan penelitian terdahulu yang menekankan kalibrasi lapangan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai faktor keamanan (Factor of Safety/FS) lereng berdasarkan perhitungan manual berkisar antara 1,53–2,26, yang secara teoritis mengindikasikan kondisi lereng masih stabil. Namun, setelah dilakukan *back analysis* menggunakan perangkat lunak GEO5, nilai FS menurun menjadi 0,91–1,23, sehingga menunjukkan bahwa lereng berada dalam kondisi tidak stabil dan konsisten dengan indikasi

kegagalan yang terjadi di lapangan. Penurunan nilai FS tersebut menunjukkan bahwa parameter tanah hasil investigasi awal belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi aktual, sedangkan pendekatan *back analysis* mampu mengkalibrasi parameter geoteknik sehingga model numerik lebih sesuai dengan perilaku lereng sebenarnya. Pendekatan ini juga sejalan dengan konsep analisis stabilitas pada GEO5 yang memanfaatkan metode *limit equilibrium* untuk memperoleh kondisi kritis lereng berdasarkan parameter tanah yang telah dikalibrasi (Dai et al., 2023).

Berdasarkan kondisi tersebut, direncanakan penggunaan dinding penahan tanah (DPT) tipe kantilever sebagai alternatif perkuatan lereng. Hasil analisis menunjukkan bahwa DPT memenuhi seluruh persyaratan stabilitas eksternal, dengan faktor keamanan terhadap guling sebesar 10,70 (manual) dan 7,12 (GEO5), terhadap geser sebesar 2,87 (manual) dan 2,26 (GEO5), serta terhadap daya dukung tanah sebesar 3,12–3,30 (manual) dan 3,21 (GEO5). Seluruh nilai tersebut berada di atas batas minimum yang dipersyaratkan dalam perencanaan geoteknik, sehingga menunjukkan bahwa dimensi DPT yang direncanakan mampu memberikan tahanan yang memadai terhadap gaya lateral tanah dan menjaga kestabilan pondasi. GEO5 juga menyediakan evaluasi stabilitas eksternal meliputi penggulingan, penggeseran, dan daya dukung tanah yang menjadi dasar dalam verifikasi desain dinding penahan tanah (Rizki et al. (2023).

Temuan penelitian ini sejalan dengan penelitian Ramadhan et al. (2025) yang menunjukkan bahwa penerapan dinding penahan tanah berdasarkan analisis GEO5 mampu meningkatkan stabilitas lereng hingga memenuhi faktor keamanan yang dipersyaratkan serta menghasilkan nilai keamanan yang memenuhi terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah. Dengan demikian, penerapan *back analysis* sebelum proses perancangan perkuatan

terbukti memberikan parameter tanah yang lebih representatif, sehingga desain DPT menjadi lebih akurat, ekonomis, dan sesuai dengan kondisi lapangan. Pendekatan ini penting diterapkan pada ruas Jalan Suryanata Samarinda mengingat karakteristik lereng yang dipengaruhi oleh kondisi geologi, geometri lereng, dan ketidakpastian parameter tanah yang dapat memengaruhi tingkat kestabilan lereng secara keseluruhan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa perencanaan dinding penahan tanah pada lereng dengan riwayat kelongsoran tidak dapat hanya mengandalkan data laboratorium awal, melainkan memerlukan kalibrasi parameter tanah melalui *back analysis* agar merepresentasikan kondisi kritis sesungguhnya di lapangan. Perbandingan sistematis antara perhitungan manual metode Fellenius dan Coulomb dengan analisis GEO5 turut berperan sebagai kontrol silang yang memperkuat keandalan desain, sementara keberhasilan struktur dalam jangka panjang tetap bergantung pada pemeliharaan kondisi tanah pasif di sekitar dinding pascakonstruksi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan beberapa hal. Pertama, nilai faktor keamanan lereng kondisi normal secara manual metode Fellenius berkisar 1,53 hingga 2,26, tetapi turun menjadi 0,91 hingga 1,23 setelah *back analysis* GEO5, sehingga kondisi lereng dinyatakan tidak stabil dan memerlukan perkuatan dinding penahan tanah. Kedua, faktor keamanan dinding penahan tanah kantilever secara manual metode Coulomb diperoleh sebesar 10,70 untuk guling, 2,87 untuk geser, serta 3,12 dan 3,30 untuk daya dukung tanah berdasarkan data laboratorium dan SPT. Ketiga, hasil analisis GEO5 menghasilkan faktor keamanan guling 7,12, geser 2,26, dan daya dukung tanah 3,21, yang

seluruhnya lebih konservatif dibandingkan hasil manual namun tetap memenuhi syarat minimum yang disyaratkan. Keempat, kebutuhan tulangan dinding penahan tanah meliputi tulangan utama D19-110 dan tulangan bagi D16-450 pada dinding vertikal, D19-140 dan D16-250 pada pelat toe, serta D19-200 dan D16-300 pada pelat heel. Penelitian selanjutnya disarankan mempertimbangkan kondisi lereng jenuh air dan sistem drainase yang belum dibahas dalam penelitian ini, serta membandingkan hasil dengan perangkat lunak geoteknik lain sebagai validasi tambahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dai, W., Dai, Y., & Xie, J. (2023). *Back-Analysis of Slope GNSS Displacements Using Geographically Weighted Regression and Least Squares Algorithms. Remote Sensing*, 15(3), 759.
<https://doi.org/10.3390/rs15030759>
- FineSoftware. (2020). *Engineering manuals: Design of a cantilever wall*. Fine Software.
- Fine Software. (2025). *Slope stability theory – GEO5 online help*. Fine Software.
- Hardiyatmo, H. C. (2014). *Mekanika Tanah dan Rekayasa Geoteknik*. Gadjah Mada University Press.
- Ramadhan, A. G., Sefrina, A., & Farichah, H. (2025). Stabilitas Lereng Perkuatan Dinding Penahan Tanah Menggunakan Software GEO5 dan Perhitungan Empiris pada Proyek Jalan Lintas Selatan Lot 1A STA 4+600. *Talenta Sipil*, 8(1), 205–213.
<http://talentasipil.unbari.ac.id/index.php/talenta/article/view/814>
- Rizki, A., Syah, B. Y. C. S. S., Khoirullah, N., Sophian, R. I., & Firmansyah, Y. (2023). Soil Slope Reinforcement Using Cantilever Retaining Wall on The West Ring Road of Sadawarna Dam, Subang District. *Journal of Geological Sciences and Applied Geology*, 7(3).
<https://jurnal.unpad.ac.id/gdag/article/view/50433>
- Standar Nasional Indonesia. (2017). *SNI 8460:2017 Tentang Persyaratan Perencanaan Geoteknik*. Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2019). *SNI 2847:2019: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Badan Standardisasi Nasional.
- Suhudi, & Ehok, S. (2020). Evaluasi Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever di Desa Ngroto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. *PROKONS: Jurnal Teknik Sipil*, 22–28.
<http://jurnal.polinema.ac.id/index.php/PROKONS/article/view/5364>
- Yanti, A. O. (2023). *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever pada KM 10+150 Ruas Jalan BIL-Mandalika* [Skripsi, Universitas Mataram].
http://eprints.unram.ac.id/41575/2/ARTIKEL%20ILMIAH_AYUK%20OVI%20YANTI_F1A019026.pdf